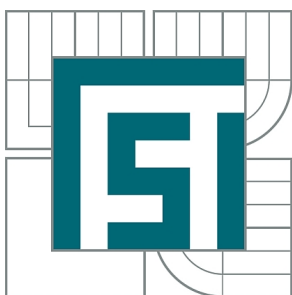




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

## VYHRNOVAČ NEHOMOGENNÍCH MATERIÁLŮ

DOZER OF NON-HOMOGENEOUS MATERIALS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

LUKÁŠ HENZL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ MALÁŠEK, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2011/2012

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Lukáš Henzl

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Vyhrnovač nehomogenních materiálů**

v anglickém jazyce:

### **Dozer of non-homogeneous materials**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh vyhrnovacího bloku pro nehomogenní materiály, především pro užití v zemědělství. Hydraulicky ovládaný tlačný blok bude uchycen na teleskopickém manipulátoru Manitu MLT 845 - 120 LSU.

Cíle bakalářské práce:

Vypracování technické zprávy obsahující přehled podobných strojních zařízení, výběr a zdůvodnění zvolené koncepce, důležité technické výpočty, schema hydraulického obvodu.

Uvedení přehledu možných nehomogenních materiálů.

Vypracování výkresu sestavy a výkresu svarku středové radlice.

Seznam odborné literatury:

1. Ondráček, E., Vrbka, J., Janíček, P.: Mechanika těles - pružnost a pevnost II VUT Brno, 1988.
2. Jančík, L.: Části a mechanismy strojů, ČVUT Praha, 2004.
3. Klimeš P.: Části a mechanismy strojů I, II, VUT Brno 2003.
4. Janíček P., Ondráček E., Vrbka J.: Pružnost a pevnost, VUT Brno, 1992.
5. Gajdůšek, J., Škopán, M.: Teorie dopravních a manipulačních zařízení, skripta VUT Brno 1988.
6. Dražan, F. a kol.: Teorie a stavba dopravníků.
7. Kolář, D. a kol.: Části a mechanismy strojů.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 21.11.2011

L.S.

---

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty



## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem hydraulického vyhrnovacího bloku pro nehomogenní materiály, především pro vyhrnování chlévské mrvy z chodeb stájí, s možností změny pracovní šířky vyhrnovače podle potřeby. Tento stroj bude uchycen na teleskopický manipulátor Manitou MLT 845 – 120 LSU. Dalším obsahem práce je technická zpráva podobných strojních zařízení, zdůvodnění navržené koncepce tlačného bloku. V práci jsou uvedeny důležité technické výpočty a přehled možných nehomogenních materiálů, které by bylo možné radlicí vyhrnovat. Práce obsahuje výkresovou dokumentaci svarku středové části radlice a výkres sestavy celé radlice.

## KLÍČOVÁ SLOVA

vyhrnovač, radlice, hydraulický obvod, chlévská mrva, teleskopický manipulátor, přímočarý hydromotor

## ABSTRACT

This thesis describes the design of the hydraulic dozer of inhomogeneous materials, especially for ploughing of manure from the stables of corridors, with the possibility of dozer changes in working widths as needed. This machine will be attached to the telescopic handler Manitou MLT 845 – 120 LSU. Another part of the thesis is the technical report about similar machinery and the justification of designed concept of the pusher block. The thesis presents important technical calculations and an overview of possible inhomogeneous materials that could be ploughed by the plow blade. The thesis includes drawings of weldment of the centre of blade and drawing of the whole composition of plow blade.

## KEYWORDS

dozer, plow blade, hydraulic circuit, manure, telehandler, hydraulischen linearmotor



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

HENZL, L. *Vyhrnovač nehomogenních materiálů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 50 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25. května 2012

.....

Lukáš Henzl



## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce a konzultantům za cenné rady, dále rodičům a příbuzným, kteří mi byli oporou.



## OBSAH

Úvod .....	10
1 Přehled podobných strojních zařízení .....	11
1.1 Radlice na siláž agrotipa sillashield .....	11
1.2 Radlice k odklizení sněhu .....	12
1.2.1 Šípová radlice pro traktory SRT-1 .....	12
1.2.2 Šípová radlice pro malotraktory srm .....	13
1.2.3 Odpružená radlice pro traktory ORT .....	14
1.3 Sněhové pluhy .....	14
1.3.1 Sněhové pluhy malé .....	15
1.3.2 Sněhové pluhy lehké .....	16
1.3.3 Sněhové pluhy střední .....	17
1.3.4 Sněhové pluhy těžké .....	17
1.3.5 Sněhové pluhy dálniční .....	18
1.3.6 Sněhové pluhy univerzální .....	19
1.4 Teleskopické manipulátory a jejich příslušenství .....	19
1.4.1 Univerzální lopata na sypké hmoty .....	19
1.4.2 Objemová lopata cba .....	20
1.4.3 Vidle s příklopem FFGR .....	21
1.5 Dozery .....	22
1.6 Grejdry .....	23
1.7 Rolby .....	23
2 Způsoby odklizení chlévské mrvy a výkalů .....	25
2.1.1 Mechanické lopaty .....	25
2.1.2 Oběžné dopravníky .....	26
2.1.3 Dopravníky s vratným pohybem .....	26
2.1.4 Přeronové kanály .....	26
2.1.5 Mobilní .....	27
3 Návrh a zdůvodnění zvolené koncepce .....	28
3.1 Návrh agregace tlačného bloku na Manitou .....	28
3.2 Návrh rámu radlice .....	30
3.3 Návrh a konstrukce otočných čepů radlice .....	30
3.4 Praktická ukázka vyhrnování z chodby stáje .....	31
4 Důležité technické výpočty .....	33
4.1 Pevnostní ověření kritických míst na rámu stroje .....	33
4.1.1 Pevnostní výpočet a grafické znázornění vvú pohled na soustavu zhora .....	33





4.1.2	Pevnostní výpočet a grafické znázornění vvú pohled na soustavu z boku .....	34
4.1.3	Pevnostní výpočet a grafické znázornění vvú pohled na soustavu z boku .....	36
4.2	Návrh a volba hydromotoru .....	37
4.2.1	Výpočet činné plochy válce a výsledné síly .....	37
4.2.2	Velikost zpětné síly – zpětný zdvih.....	38
4.2.3	Výpočet času pracovního a zpětného zdvihu .....	38
5	Hydraulický obvod radlice .....	40
5.1	Schéma hydraulického obvodu .....	41
6	Uvedení možných nehomogenních materiálů .....	42
6.1	Chlévská mrva .....	42
6.2	Sníh .....	42
6.3	Písek.....	43
6.3.1	Členění písků .....	43
6.4	Drť.....	43
6.5	Půda .....	43
	Závěr.....	44
	Použité informační zdroje.....	45
	Seznam použitých zkratk a symbolů .....	47
	Seznam obrázků.....	48
	Seznam příloh.....	50



## ÚVOD

Hydraulický vyhrnovací tlačný blok je přídatné zařízení pro stroj manitou MLT 845, je však možné ho použít i u jiných strojů, jako jsou například traktory střední a silné kategorie s předním třibodovým závěsem. U těchto radlic je nutné zvolit jiný upínací systém, který je shodný se systémem upínání těchto strojů. Hlavním důvodem vytvoření návrhu tlačného bloku bylo, že stávající zařízení je pro tento účel nedostačující a nekompatibilní se stroji užívanými v zemědělství při každodenních pracích. V dnešní době je asi nejčastěji využívané zařízení v zemědělství, především v živočišné výrobě, teleskopický manipulátor Manitou. Radlice byla navržena právě pro tento stroj z důvodů větší pohyblivosti ve stísněných prostorech stájí. Pro větší komptabilitu stroje byla navržena hydraulická křídla s možností změny šířky vyhrnovače a otevření křídel vpřed dle potřebných parametrů.



# 1 PŘEHLED PODOBNÝCH STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ

Podobných strojních zařízení, která využívají vyhnovací tlačný blok, ať už tažený za nebo tlačný před sebou, existuje celá řada. V tomto přehledu je cílem představit alespoň některé z nich.

## 1.1 RADLICE NA SILÁŽ AGROTIPA SILLASHIELD

Nesená radlice je jednoduchý hydraulický stroj, určený k vyhrnování chlévské mrvy z chodeb stájí nebo k rozhrnování silážové hmoty pro její následné snazší zpracování, jako je například dusání a pěchování [1].



*Obr. 1 Radlice na siláž [1]*

Radlice Agrotipa SilaShield je určena k připojení se zemědělským kolovým traktorem o minimální pohotovostní hmotnosti 7500 kg a minimálním požadovaným výkonem 147 kW. Radlice může být připojena do třibodového závěsu, jak do předních ramen, tak do zadních ramen traktoru a je připojena na dva hydraulické okruhy závěsného stroje. Správný způsob připojení stroje Agrotipa SilaShield s traktorem John Deere je zobrazeno na obr. 2 [1].



*Obr. 2 Správný způsob agregace stroje Agrotipa SilaShield 5.0 s traktorem (zde John Deere) [1]*

Agrotipa SilaShield se záběrem (2,5 – 4 m – 5 m) a výškou radlice 1250 mm. Záběr radlice lze dvěma hydraulickými válci nastavovat podle potřeby, které jsou začepovány jedním okem v agregaci radlice a druhým okem v otočném křídle radlice. Boční křídla jsou spojena se střední částí čepy, které jsou uloženy v kluzných pouzdrech. Pouzdra jsou opatřena mazacími



místy. Součástí radlice je agregace, do které se tříbodově připojuje traktor. Při odstavení radlice musí být vždy radlice stažena na nejmenší záběr pro bezpečnou stabilitu [1].

Hmotnost stroje je podle výrobce udávaná  $790 \text{ kg} \pm 2 \%$  hmotnosti. Tažný prostředek je traktor o minimálním výkonu 147 kW. Hladina akustického tlaku na místě obsluhy nepřekračuje 70 dB [1].

## 1.2 RADLICE K ODKLÍZENÍ SNĚHU

Pro vyhrnování sněhu lze využít několika typů radlic. Toto rozdělení bylo provedeno podle společnosti AGROMETALL, s.r.o.

### 1.2.1 ŠÍPOVÁ RADLICE PRO TRAKTORY SRT-1

Šípová radlice pro traktor typ SRT-1 (obr. 33) je vybavena závěsem kategorie I nebo II, podle závěsu traktoru, který umožňuje příčné kopírování radlice terénu v rozsahu  $\pm 5^\circ$ . Radlice může pracovat v pěti polohách: šíp, pravá strana, levá strana, "T" a "V". Změna přestavení úhlu je prováděna hydraulickými válci, ovládání je realizováno pomocí dvou hydraulických okruhů. Možno ovládat každé křídlo samostatně. Základním vybavením je břit z materiálu Hardox. Ve standardní výbavě je radlice opatřena plastovými plazy na křídlech a ve špici. Vyráběné pracovní záběry jsou: 1800 mm, 2000 mm, 2200 mm a 2400 mm. Maximální pracovní rychlost je 20 km/hod. Maximální doporučená přepravní rychlost je 40 km/hod. Další možnou výbavou je: gumový břit, poziční osvětlení, opěrná kola, závěs na desku DIN. Při použití gumového břitu musí být použita opěrná kola [2].



*Obr. 3 Šípová radlice pro traktory SRT-1 [2]*



### 1.2.2 ŠÍPOVÁ RADLICE PRO MALOTRAKTORY SRM

Na obr. č. 4 je šípová radlice pro malotraktory. Každé křídlo radlice je zvlášť ovládané samostatným hydraulickým okruhem. Každé křídlo radlice je poháněno jedním hydraulickým válcem uchyceným na radlici a agregaci radlice. Výrobce udává, že je možné zařízení dovybavit soupravou pro připojení ovládání hydrauliky na jeden dvojčinný okruh. Závěsy jsou vyráběny ve dvou velikostech: pro kategorie 0-I a I-II dle závěsu malotraktoru. Dále je možno stroj dovybavit širokým sortimentem příslušenství. Což je například podle použití a náročnosti provozu břit z pryže, nebo z hardoxu, opěrná kola. Pro provoz za zhoršených viditelnostních podmínek je možné použít poziční osvětlení [2].



*Obr. 4 Šípová radlice pro malotraktory SRM [2]*





### 1.2.3 ODPRUŽENÁ RADLICE PRO TRAKTORY ORT

Odpružená radlice ORT pro traktory je určena pro agregaci se strojem vybaveným třibodovým závěsem kategorie II nebo upínací deskou DIN 3–5. Maximální výkon motoru traktoru je 150 kW. Maximální pracovní rychlost je 20 km/hod., maximální přepravní rychlost je 30 km/hod. Základní výbava stroje je závěs kategorie II, hydraulické přestavení úhlu 0° nebo 30° pomocí dvou teleskopických hydraulických válců. Odpružení radlice je rozděleno na 3 části a každá část je samostatně odpružená s možností nastavit na každé části intenzitu pružení podle intenzity hnutí a objemové hmotnosti materiálu. Břit je z materiálu Hardox pro vysokou výdrž materiálu proti otěruvzdornosti. Vyráběné provedení je s pracovním záběrem 2500 mm a 3000 mm. Radlici je možné dovybavit pryžovým břitem, opěrnými koly nebo clonou proti přelétávání sněhu. Pro provozování stroje za zhoršených viditelnostních podmínek jsou ve bonusové výbavě poziční osvětlení. [2].



Obr. 5 Odpružená radlice pro traktory ORT [2]

## 1.3 SNĚHOVÉ PLUHY

Rozdělení sněhových pluhů včetně popisů a technických specifikací bylo provedeno dle MTM Tech s.r.o.

Sněhové pluhy můžeme rozdělit na:

- sněhové pluhy malé;
- sněhové pluhy lehké;
- sněhové pluhy střední;
- sněhové pluhy těžké;
- sněhové pluhy dálniční;
- sněhové pluhy univerzální [3].



### 1.3.1 SNĚHOVÉ PLUHY MALÉ

Jedná se o pluky převážně určené pro malé profesionální nosiče, jako jsou malo-užitková vozidla MULTICAR nebo různé druhy malotraktorů. Tyto pluky se využívají převážně k údržbě pěších komunikací, parkovišť, málo vytižených silnic a jiných prostor. I u těchto poměrně jednoduchých pluhů se používá odpružená radlice. Tyto malé sněhové pluky se vyrábějí s břítem z jediného kusu nebo jako univerzální malé pluky s proměnnou geometrií nastavitelnosti křídel (obr. 7), se segmentově děleným břítem. Hmotnosti těchto pluhů se pohybují podle řady v rozmezí od 140 kg až do 180 kg. Pluky s proměnnou geometrií, jelikož jsou ze dvou částí a tedy i agregace je složitější než u předchozího typu se váha pohybuje okolo 250 kg [3].



*Obr. 6 Sněhový pluh SPC [3]*

U rovného sněhového pluhu s neproměnnou geometrií (obr. 6) jsou délky břitů podle řady v rozmezí 1600 – 2000 mm. Jejich pracovní šířka po natočení (používá se natočení 28°) se pohybuje v rozmezí 1425 – 1770 mm. Výška pluhu řady SPC (obr. 6) je 630 mm. Malý univerzální pluh s proměnnou geometrií (obr. 7) má výšku pluhu měřenou od středu 780 mm. Výška po stranách je 900 mm. Šířka záběru tohoto pluhu, pokud pluh nastavíme do tvaru šípu, je 1930 – 2210 mm [3].



*Obr. 7 Malý univerzální sněhový pluh s proměnnou geometrií nastavení křídel, se segmentově děleným břitem [3]*

### 1.3.2 SNĚHOVÉ PLUHY LEHKÉ

Sněhové pluhy lehké jsou určeny pro úklid vozovek, převážně městských a obecních komunikací. Díky své poměrně nízké hmotnosti se tyto pluhy používají ve spojení s traktory a vozidly o celkové hmotnosti do 15 tun. Pluhy mají ve většině případů segmentově dělené břity. Délky břitů jsou podle řady v rozmezí od 2550 – 3400 mm. Výška pluhu se pohybuje kolem 650 – 900 mm. Hmotnost těchto pluhů je od 450 do 520 kg. Dále je v této kategorii zařazen pluh klasicky rovný s pevným břitem. Jeho délka břitu je totožná s předešlým typem, ale je možné měnit pracovní šířku natočením radlice o 32°, poté se šířka změní od 2290 do 2790 podle typu pluhu. Dále jsou pluhy s hydraulickým přetáčením, nesený v zadním tříbodovém závěsu traktoru. Zde je délka břitu 3000mm, při natočení radlice je pracovní šířka 2631mm. Váha těchto pluhů se pohybuje okolo 3560Kg [3].



*Obr. 8 Sněhový pluh SPTR E [3]*





### 1.3.3 SNĚHOVÉ PLUHY STŘEDNÍ

V této kategorii pluhů se jedná o pluchy určené pro široké použití s hmotností pluhů okolo 800 – 1000 kg. Tyto pluchy mají také segmentově dělené břity. Radlice se vyrábějí z plastu nebo plechu. Radlice bývá většinou odpružená. V této střední kategorii je navíc možnost montáže druhého podklápěného břitu. Pracovní natočení je zde od 30° do 32° podle typu pluhu. Délka břitu pluhu je 2400 – 3600 mm. Pracovní šířka při natočení je 2100 – 3200 mm. Výška pluhu je zde přes 1000 mm, většinou se však pohybuje maximálně do 1200 mm. Tuto kategorii pluhů je možné použít na převážně městských a obecních komunikacích. Pluchy jsou konstruovány pro vyšší pracovní rychlosti [3].



*Obr. 9 Klasický rovný sněhový pluh se segmentově děleným břitem s robustními klapkami [3]*

### 1.3.4 SNĚHOVÉ PLUHY TĚŽKÉ

Jedná se o sněhové pluchy, které překračují hmotnost 1000 kg, určené pro odklizení vysokých vrstev sněhu na pozemních komunikacích. Tyto sněhové pluchy mohou mít podobnou geometrii jako předešlé pluchy lehké a střední nebo se používají pluchy ve tvaru „křídla“ pro odhazování sněhu přes sněhové bariéry (obr. 10). Klasické sněhové pluchy, které nemají tvar křídla, jsou skloněny pod pracovním úhlem 35°. Sněhové pluchy ve tvaru křídla jsou skloněny pod úhlem 32° nebo pod ostrým úhlem natočení radlice 40°. Břity jsou segmentovány na více částí (obr. 10). Radlice pluhů ve tvaru „křídla“ jsou nedělené, klasické pluchy jsou složeny ze tří a více segmentů. Délky břitů jsou 2850 – 3700 mm, hmotnosti se pohybují maximálně do 1400 kg. U těžkých pluhů máme možnost montáže druhého odklápěcího břitu. Celá radlice může také být odpružená [3].



*Obr. 10 Sněhový pluh tvaru „křídlo“ s ostrým úhlem plužení pro odhazování sněhu přes sněhové bariéry [3]*

#### 1.3.5 SNĚHOVÉ PLUHY DÁLNIČNÍ

Dálniční sněhové pluhy jsou speciální kategorií pluhů, které jsou speciálně upraveny pro úklid dálničních a rychlostních komunikací. Tyto pluhy mají velkou šířku záběru, proto se používají také k úklidu velkých betonových ploch, jako jsou například letištní plochy. Jedná se o pluhy, které váží až 1660 kg, s délkou břitu až 6600 mm. Díky své velké šířce se zde uplatňují speciální druhy konstrukcí jako je sklápění bočních dílů pro snadnější přepravu (obr. 11) nebo také teleskopicky plynule roztahovatelné levé i pravé části pluhu zároveň nebo samostatně [3].



*Obr. 11 Rovný sněhový pluh s teleskopicky plynule roztahovanou levou i pravou částí zároveň [3]*



### 1.3.6 SNĚHOVÉ PLUHY UNIVERZÁLNÍ

Jedná se zejména o pluhy šípové (obr. 12) s proměnou geometrií nastavení křídel. Tyto pluhy jsou určeny jednak pro odklizení nejvyšších vrstev sněhu a jednak pro vyhrnování sněhu z různých prostranství. Každé křídlo je zapojeno na samostatný hydraulický okruh a dá se pomocí hydraulických válců polohovat zvlášť. Lze tedy prohrnovat velké nánosy sněhu pomocí šípovité polohy, nebo sklopit jednotlivá křídla tak, aby se sníh odhrnoval na pravou nebo levou část vozovky, podle toho jaký jízdní pruh odklízíme [3].



*Obr. 12 Univerzální šípové pluhy s proměnnou geometrií nastavení křídel [3]*

## 1.4 TELESKOPICKÉ MANIPULÁTORY A JEJICH PŘÍSLUŠENSTVÍ

Teleskopické manipulátory jsou určeny především pro těžkou práci v zemědělství. Jsou vhodné do velkých provozů a služeb. Jsou vhodné pro nasazení v hnojných linkách, při manipulaci se zemědělským materiálem a pro další podobné práce, kde je kladen důraz na výkon stroje a vysoký dosah ramene.

### 1.4.1 UNIVERZÁLNÍ LOPATA NA SYPKÉ HMOTY

Tato lopata má široké uplatnění jak v zemědělských pracích, tak i stavebních. Lopatou můžeme převážet a nakládat různé nehomogenní materiály nebo lze provádět stavební úpravy povrchu a podobně. Lopata se hodí i na práce ve velkokapacitních stájích, díky své univerzálnosti a vysoké kapacitě, jakožto odklizení hnoje z chodeb stájí nebo na manipulaci s ním. Použití této lopaty je na všechny typy manipulátorů. Na všechny typy lopat je možné od výrobce dokoupit a posléze namontovat zuby na břit [2].





Obr. 13 Univerzální lopata na sypké hmoty [2]

Tab. 1 Univerzální lopata na sypké hmoty [2]

Univerzální lopata				
Šířka [mm]	1 800	2 000	2 200	2 500
Výška [mm]	1 050	1 050	1 050	1 050
Hloubka [mm]	1 550	1 550	1 550	1 550
Objem lopaty [m <sup>3</sup> ]	1,4	1,6	1,8	2,1
Hmotnost [kg]	510	540	570	620

#### 1.4.2 OBJEMOVÁ LOPATA CBA

Lopata CBA se vyrábí v několika šířkách a objemech. Volba objemu a šířky lopaty závisí na typu manipulátoru a také charakteru materiálu, pro jehož manipulaci se bude nejčastěji využívat. Objemová lopata se vyrábí ve dvou verzích, a to s nebo bez výměnného břitu [4].



Obr. 14 Objemová lopata CBA [4]

Tab. 2 Objemová lopata CBA [4]

<b>Objem [l]</b>	<b>Šířka lopaty [mm]</b>	<b>Doporučený manipulátor MLT</b>
1 100	1 850	523
1 500	2 050	523, 627
1 500	2 450	634, 731
1 800	2 250	634, 731
2 000	2 450	634, 731, 735, 741, 1035
2 500	2 450	735, 741, 845, 940
3 000	2 500	845, 940

#### 1.4.3 VIDLE S PŘÍKLOPEM FFGR

Vidle s příklopem typu FFGR jsou jedním z mnoha druhů příslušenství pro manipulaci se suchými materiály, jako je seno, sláma, suchý brvnatý hnůj, atd. Toto příslušenství se nabízí v několika šířkách, které dle rozměrů manipulátorů je doporučeno výrobcem [4].



Obr. 15 Vidle s příklopem [4]



Tab. 3 Vidle s příklopem

Šířka lopaty [mm]	Doporučený manipulátor MLT
1700	523
2100	627, 634
2400	731, 735, 741, 845, 940, 1035

## 1.5 DOZERY

Dozery jsou traktory na pásovém a kolovém podvozku, které jsou opatřeny hlavním pracovním nástrojem, a to čelní dozerovou radlicí pro vykonávání specifických zemních prací. Přídavné pracovní nářadí dozerů tvoří tzv. rozrývač, naviják a tažný závěs. Dozery jsou určeny především pro rozpojování horniny (těžení) s jejím současným přemístěním na krátkou vzdálenost. Přemístění se provádí hnutím před radlicí po pojezdové rovině. Zahloubení radlice u dozerů střední velikosti je 550 mm. Dozery mohou být využívány i pro tzv. produktivní hnutí horniny, tzn. na delší vzdálenost (např. vyhrnování sedimentů z rybníků). K tomu musí být dozery vybaveny zvláštní radlicí s bočními křídly a vysokou horní deskou, která je na stranách snížena, aby nebránila rozhledu operátora. Pracovní zařízení tvoří tlačná ramena, radlice a mechanismus ovládání. Vzadu bývá umístěno rozrývací zařízení, naviják a bočně výkyvný závěs [5].



Obr. 16 Dozer [5]



## 1.6 GREJDRY

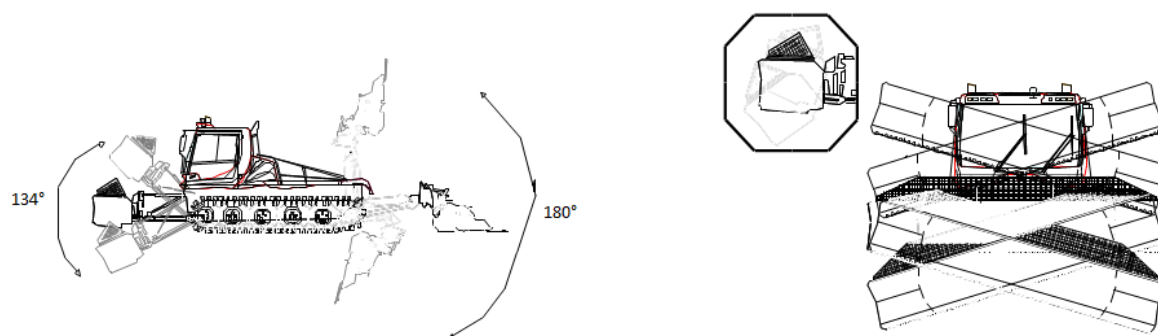
Grejdry jsou stroje na kolovém podvozku opatřené radlicí, která je umístěna mezi přední a zadní nápravou a lze ji natáčet v rovině horizontální, naklánět, zvedat a vysouvat mimo stroj. Vedle základního pracovního mechanismu, radlice, je grejdr vybaven ještě pomocným pracovním zařízením – radlicí dozeru, která je umístěna před přední nápravou. Také bývá vybaven rozrývačem, který nakypřuje ztuhlé horniny. Vybavení grejdrů a možnost různého nastavení pracovních zařízení z něho dělá univerzální stroj, určený pro práci v nesoudržných a sypkých zeminách. Negativem tohoto stroje je, že není schopen přesouvat větší množství materiálů ve směru jízdy na delší vzdálenosti [5].



*Obr. 17 Kolový grejdr [5]*

## 1.7 ROLBY

Dalším zařízením, které disponuje hydraulicky ovládanou radlicí, jsou sněžné rolby. Tato radlice je řízená několika hydraulickými válci. Pro každý specifický pohyb je určený hydraulický obvod, s jedním nebo dvěma hydraulickými válci. Tyto pohyby pohodlně ovládá obsluha v kabině rolby. Vpředu se nachází radlice, ta slouží k rozhrnování sněhu. Dá se s ní pohybovat různými směry – nahoru a dolů, do stran a krajní části lze naklopit dopředu. Další důležitou součástí rolby jsou kola. Rolba má na každé straně pět klasických kol a šesté ozubené, které se nazývá rozeta. Protože by se rolba ve sněhu bořila, jsou na kolech pásy. Ty se skládají z ocelových lišt spojených gumovými pásy. Na konci rolby je umístěna fréza, která narušuje ledové plotny a načechrává sníh. Lze ji přitlačit ke sněhu a u některých typů se dá natočit do směru jízdy (např. v zatáčkách).



*Obr. 19 Radlice sněžné rolby – rozmezí pohybu [16]*



*Obr. 18 Rolba PistenBully*





## 2 ZPŮSOBY ODKLÍZENÍ CHLÉVSKÉ MRVY A VÝKALŮ

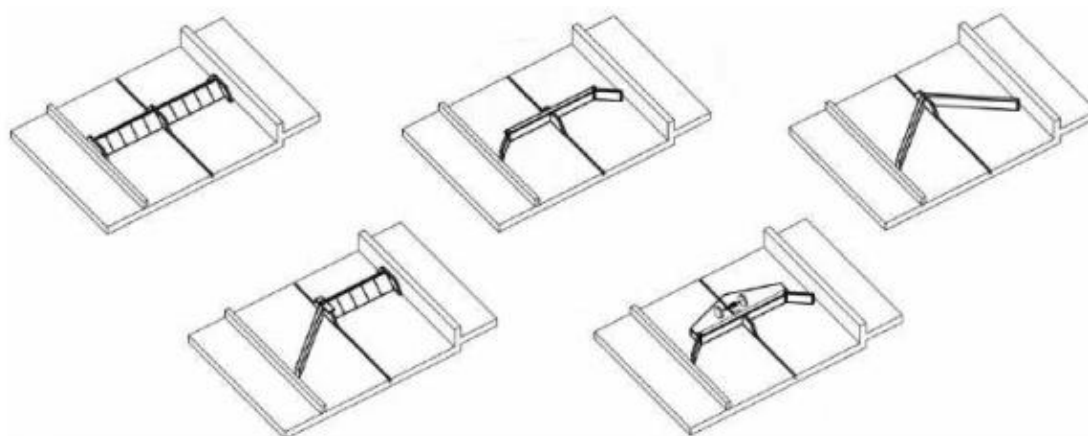
Odklizení chlévské mrvy stroji se využívá především ve velkokapacitních stájích, které mají několik chodeb. Některé chodby jsou určeny k ustájení dobytka, jiné ke hromadění chlévské mrvy či krmiva pro ustájená zvířata. V dnešní době se staví moderní stáje, které jsou plně automatizované, zabezpečují veškerou péči o ustájená zvířata. Například shrnování krmné směsi je zajištěno robotem, který v daném časovém intervalu směs přihrne skotu ke korytu. Odklizení chlévské mrvy lze také plně automatizovat. Při stavbě stáje je nutné zvolit, jaký způsob odklizení chlévské mrvy bude upřednostňován. Je možné zabudovat systém kanalizace, který veškerou chlévskou mrvu a odpad odvádí do odpadních prostor. Toto řešení je velmi finančně náročné, proto se upřednostňuje spíše povrchové odklizení chlévské mrvy.

### 2.1.1 MECHANICKÉ LOPATY

Mechanické lopaty mají svoji činnost založenou na principu smýkání chlévské mrvy po upravené dráze vedené uvnitř i vně stáje. Touto upravenou drahou je většinou povrchové nebo podroštové kaliště s vhodnou šířkou a hloubkou. Mimo stáj toto kaliště vyústí v pevnou rampu, nebo je zakončeno propadlištěm s navazujícím příčným kanálem či přímo sběrnou fekální jímkou. V současné době se jedná o jeden z nejlépe řešených systémů, které jsou plně automatizované, a tedy pracují bez jakékoliv lidské pracovní síly [6].

Mechanické lopaty jsou řešeny několika způsoby (viz obr.20):

- výklopná lopata;
- kolmá lopata s křídélky;
- šípová lopata;
- kombinovaná lopata;
- robotizovaná lopata.



Obr. 20 Možnosti provedení mechanických lopat [6]



### 2.1.2 OBĚŽNÉ DOPRAVNÍKY

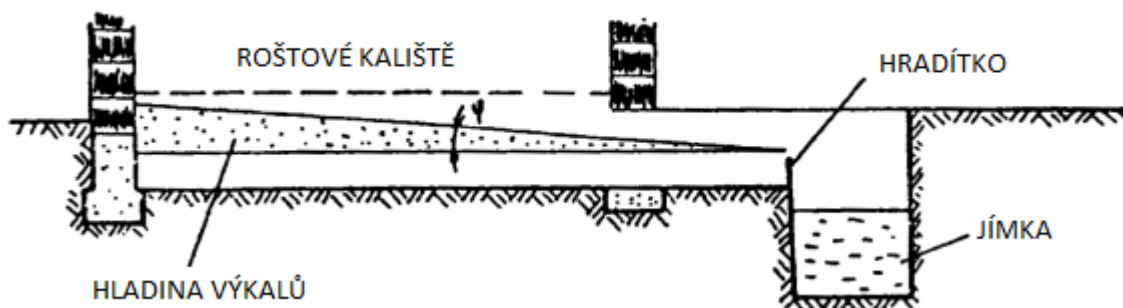
Oběžné dopravníky chlévské mrvy jsou charakterizovány nekonečným článkovým řetězem se škrabkami, který obíhá ve dvou souběžných odpadních stokách, na koncích spojených tak, aby vytvořili uzavřený okruh. Po shrnutí celé délky pak mrva propadá do ústí kanalizace a odtud je vynášena hrabičkovým dopravníkem mimo stáj [6].

### 2.1.3 DOPRAVNÍKY S VRATNÝM POHYBEM

Dopravníky s vratným pohybem jsou vhodné k použití ve stájích s vazným ustájením, lichým počtem stání, nebo také jako vrstviče mrvy na statkových hnojištích. Při prvním použití pracují v horizontální rovině, při druhém naopak ve vertikální rovině. V obou dvou případech je jejich činnost založena na principu přerušovaného hrnutí. Chlévská mrva je jimi posouvána působením průběžné unášecí tyče s otočně uloženými škrabkami a to vždy při každém pracovním zdvihu postupně až na konec stáje. Tam buď propadá do propadliště k dalšímu dopravníku, nebo je prodlouženým kalištěm vynášena ven až na hnojiště mimo stáj. V nejnovějších typech stájí se tato technologie již nenachází [6].

### 2.1.4 PŘERONOVÉ KANÁLY

Přeronové kanály jsou zařízením pro hydraulické a kontinuální odklizení výkalů z podroštových kanálů (viz obr. 3). Při zavádění přeronového kanálu do provozu se naplní prostor pod hradítkem vodou. Výkaly plavou po hladině a přepadávají přes hradítko. Rovněž svodný kanál může být řešen jako přeronový, takže výkaly stékají až do jímky bez zásahu mechanismů. Kanály větších délek lze řešit stupňovitě, vznikají přeronově stupňovité kanály. Sifónové hradítko a sifonová jímka zabraňují vnikání škodlivých plynů do stáje a zamezují vzniku průvanu [6].



Obr. 21 Přeronové kanály [6]



### 2.1.5 MOBILNÍ

K odstraňování mrvy a výkalů ve stájích, kde je možné vyhrnovat mrvu ze stáje na hnojiště, se používá mechanická lopata tlačená traktorem nebo jiným manipulačním prostředkem. Mechanická lopata je nesena na přední části traktoru, popř. malotraktoru s radlicí různé šířky, na čelním traktorovém nakladači nebo univerzálním čelním nakladači či na jiných k tomu určených strojích. Velkou výhodou je, že mechanickou lopatou se mohou vyčistit všechny znečištěné plochy, dále chodby, kterými jsou zvířata přeháněna a další prostory ve stájích. Nevýhodou je odklizení mrvy pouze dvakrát denně s nutností přehánění zvířat. Je zde zvýšená potřeba lidské práce než u předchozích mechanismů. Další výhodou mobilních vyhrnovačů je nízká finanční náročnost a nutnost údržby zařízení [6].



*Obr. 22 Příklad mobilního stroje pro vyhrnování chlévské mrvy*



### 3 NÁVRH A ZDŮVODNĚNÍ ZVOLENÉ KONCEPCE

Pro zadání bakalářské práce byl zvolen mobilní stroj, určený k vyhrnování chlévské mrvy z chodeb stájí nebo k rozhrnování silážové hmoty podle firmy Agrotip s úpravami pro vyhrnování z chodeb stájí a poté k dalšímu uskladnění chlévské mrvy na hnojišti.

Návrh této radlice je inspirován firmou AGROTIP, která sídlí v Roudnici nad Labem a jejich radlicí na siláž Agrotipa SillaShield. Jejich radlice je připojena na 2 samostatné hydraulické okruhy. Je tedy možné každé křídlo nastavovat samostatně.

Při vyhrnování bude vyhrnovač v přímém styku s podlahou a obrubníky chodby. Proto byl použit gumový břit pro zvýšení otěruvzdornosti spodní části radlice. Dále bylo zvoleno otvírání křídel vyhrnovače vpřed kvůli hnutí mrvy ze stáje přímo na hnojiště. Tím bude umožněno pracovníkovi lépe manipulovat s materiálem bez větších ztrát při hnutí. Dále byla navržena agregace na teleskopický manipulátor Manitou 845, podle návrhu, který je zmíněn dále. Na teleskopickém manipulátoru Manitou je jeden hydraulický okruh, který lze použít na přípojně příslušenství. Toto otvírání je navrženo s ohledem na různé šířky chodeb ve stájích. Je tedy velmi důležitá především tato změna šířky, pro účinné vyhrnování a minimální ztráty chlévské mrvy při vyhrnování.

Radlice od firmy AGROTIP byla vybrána z důvodu, že jako jediná firma v České republice se o rozhrnování siláže věnuje nejvíce. Dokonce je na českém trhu možná jediná. Tato koncepce radlice se pro tuto práci hodí nejlépe. Velkou výhodou tohoto zařízení je, že je možné měnit šířku pomocí přímočarých hydromotorů, které jsou zapojeny do hydraulického okruhu stroje, který je na tuto radlici připojen.

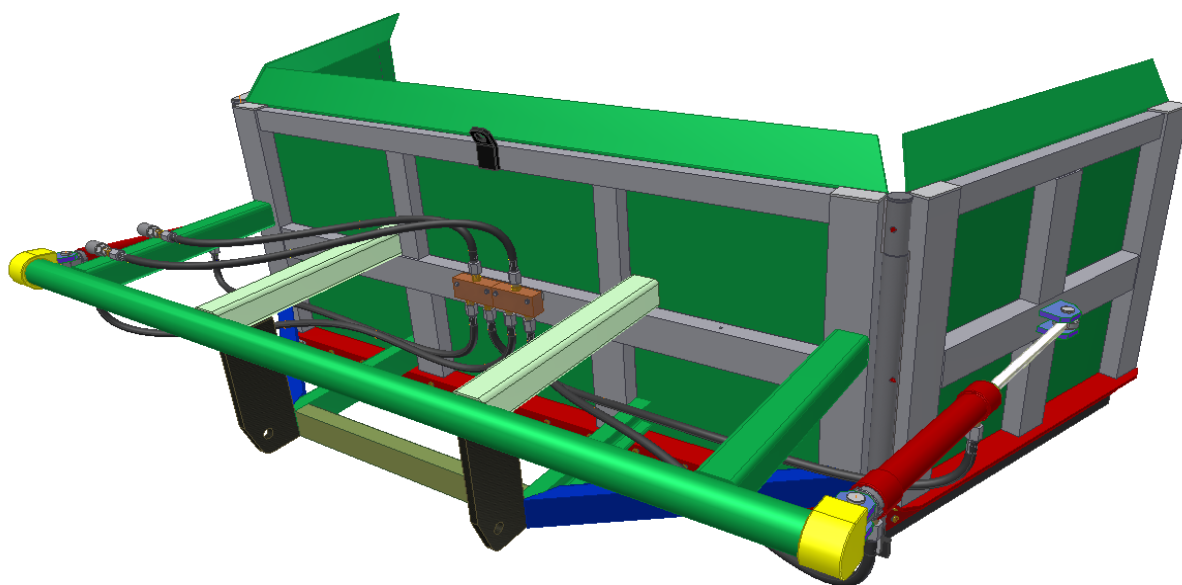
#### 3.1 NÁVRH AGREGACE TLAČNÉHO BLOKU NA MANITOU

Pro agregaci na teleskopický manipulátor Manitou byla zvolena níže zobrazená koncepce uchycení (obr 22, 23). Připojení této radlice je kompatibilní s dalším dodávaným příslušenstvím k manipulátoru Manitou, je realizováno pomocí silnostěnné trubky o vnějším průměru 80 mm a opěrnou tyčí s otvory pro bezpečnostní čep. Celé je to podepřeno osmi podporami, které jsou umístěny tak, aby rozložení sil, které zde působí, bylo co nejlépe rozloženo do celého prostoru tlačného bloku, tedy od nejtěžšího středu rámu po okraje křídel. Na obou koncích trubky je přichycen hydromotor, který je dále začepován s křídlem radlice. Tento návrh agregace je rychlý a bezpečný pro práci s radlicí.

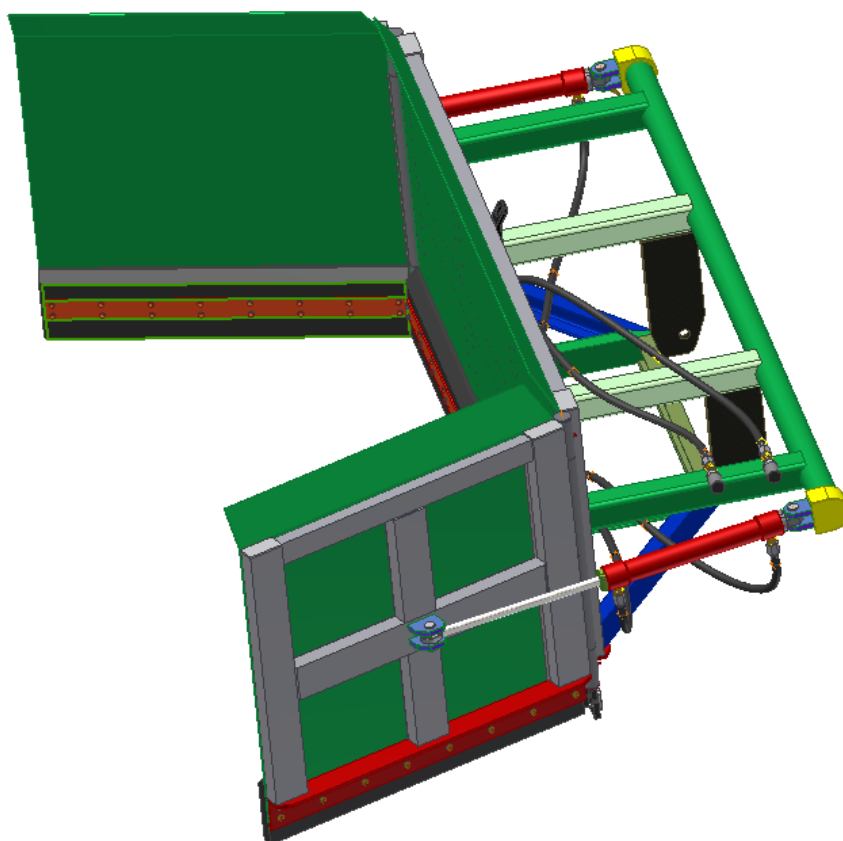


Obr. 23 Agregace na teleskopický manipulátor Manitou 845





*Obr. 25 Agregace tlačného bloku návrh ve 3D studiu Autodesk Inventor*



*Obr. 24 Pohled na radlici z jiného uhlu pohledu*



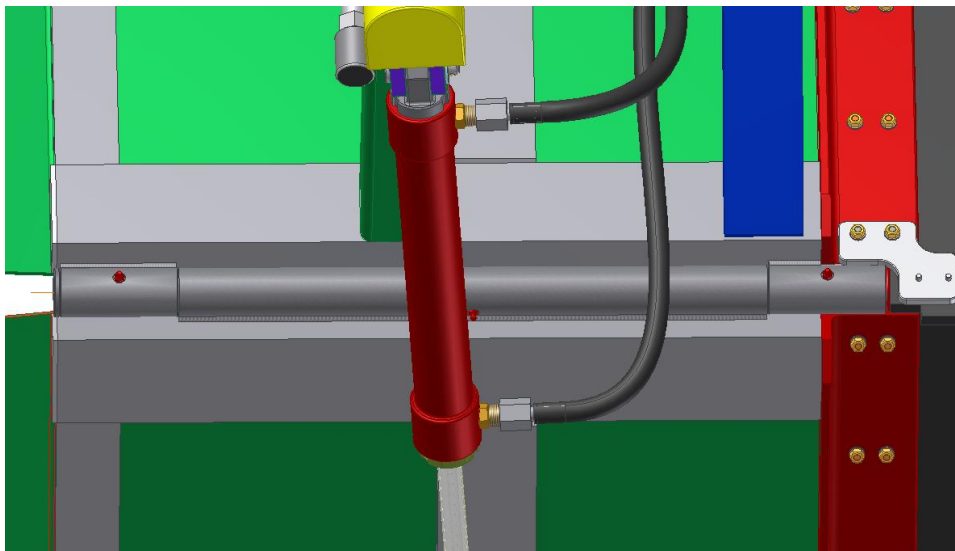
### 3.2 NÁVRH RÁMU RADLICE

Rám vyhrnovače byl navržen (viz obr. 25, 26) s ohledem na rozložení sil. Jednou z hlavní částí tohoto rámu je plech, který je vyztužen pomocí profilů U různých délek a velikostí. Nosným celkem je profil L, který je umístěn ve spodní části. Tento profil je hlavní podporou pro břít radlice, který je na něj šrouby přišroubován. Celé toto sestavení je svařeno tak, aby silové rozložení od agregace bylo na křídla a středovou část radlice rozloženo po celé ploše radlice.

Levé i pravé křídlo vyhrnovače jsou téměř totožné, stejně jako střední část. Křídla jsou vyztužena a svařena profily U a L. Dále jsou opatřena gumovými břity, které jsou taktéž přichyceny šrouby k profilu L. Na křídla radlice jsou navařena oka, do níž je hydraulický přímočarý hydromotor začepován. Tento hydromotor s nimi bude pohybovat.

### 3.3 NÁVRH A KONSTRUKCE OTOČNÝCH ČEPŮ RADLICE

Čepy jsou uloženy v bronzových pouzdrech, které jsou nalisované v ocelových pouzdrech. Tyto pouzdra jsou na každé straně radlice třídičné. Dvě pouzdra na střední části radlice a jedno na křídle radlice. Tyto pouzdra jsou přivařena a před montáží svrtána pro danou toleranci uložení s bronzovými pouzdry. Spodní pouzdro je zavičkováno, střední pouzdro má osazení a vnější mají zářez pro uzavření mazacího prostoru a kvůli zamezení vniku nečistot mezi čep a pouzdro. Mezi osazením pouzder je umístěn těsnící kroužek pro utěsnění mazacího prostoru. Každé pouzdro musí být opatřeno mazacím místem. Čep o průměru 25 mm je vyroben z oceli.



Obr. 26 Řešení otáčení křídla



### 3.4 PRAKTICKÁ UKÁZKA VYHRNOVÁNÍ Z CHODBY STÁJE

Dělník si předem připraví chodbu k vyhrnování tím, že přežene ustájená zvířata, která se na chodbě nacházejí, do vedlejší chodby s kotci. Najede si na začátek chodby a rozevře radlici na požadovanou šířku chodby. Poté může začít hrnout. Celou chodbu, která má asi 80 m vyhrne asi na 3x a to tím způsobem, že hrne vždy třetinu délky chodby, vyhrnutou chlévskou mrvu zmačkne křídly, tedy zavře radlici. Tímto způsobem je vyhrnutí chodby beze zbytků.



*Obr. 27 Hrnutí chlévské mrvy*

Na konci chodby manipulátor vyjede na hnojiště, na které vyhrnutý materiál nahrne a radlicí přehrne na hromadu chlévské mrvy, která se na hnojišti uskládá v průběhu provozu stáje.



*Obr. 28 Hrnutí chlévské mrvy z chodby stáje*



*Obr. 29 Manipulace s chlévskou mrvou na hnojišti*



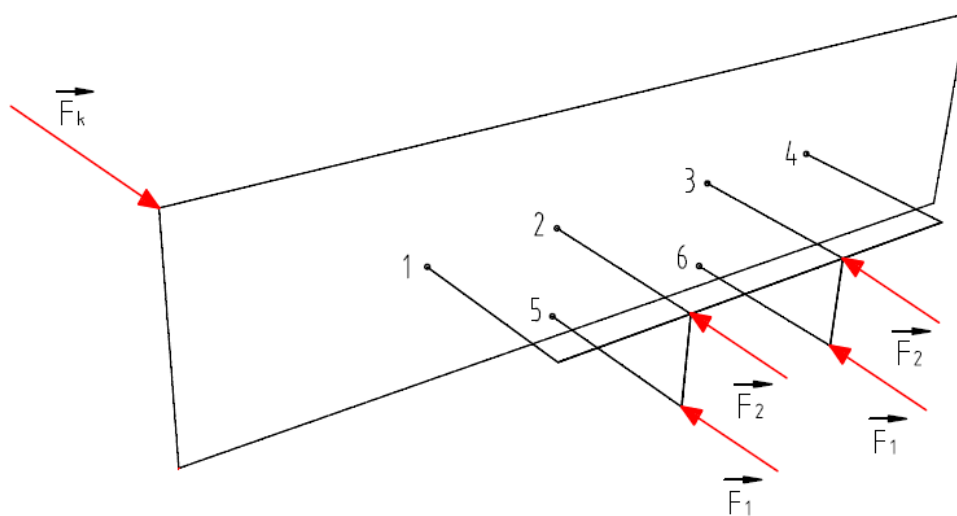


## 4 DŮLEŽITÉ TECHNICKÉ VÝPOČTY

V rámci této bakalářské práce jsou řešeny následující technické výpočty.

### 4.1 PEVNOSTNÍ OVĚŘENÍ KRITICKÝCH MÍST NA RÁMU STROJE

Tato prutová soustava v 3D promítání pro lepší představu znázorňuje zatížení sil v uchycení radlice při zatížení kritickou silou  $F_k$  na spodní hraně radlice. Pro zjednodušení neuvažujeme rameno 1 a 4.



Obr. 30 Prutová soustava v 3D promítání

#### 4.1.1 PEVNOSTNÍ VÝPOČET A GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ VVÚ POHLED NA SOUSTAVU ZHORA

Při pohledu shora vidíme zatížení kritickou silou  $F_k$  a reakce v uchycení radlice s Manitou. Při zvolení síly  $F_k=100\text{N}$  můžeme dopočítat přes silové a momentové rovnováhy síly v uchycení. Dále u jednotlivých pohledů je zde znázorněno grafické řešení vnitřních výsledných účinků.

Určení výsledných stykových sil bylo provedeno dle [7]

$$\Sigma F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad F_k - F_1 + F_2 = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad (2)$$

$$\Sigma M_o = 0 \quad \Rightarrow \quad -F_1 \cdot a + F_2 \cdot (a+b) = 0 \quad (3)$$

Kde  $F_1$  a  $F_2$  jsou reakce v uchycení;  $a=1,725\text{m}$ ,  $b=0,75\text{m}$ ,  $b$  jsou vzdálenosti umístění sil

Potom dle rovnice (1) a (2)

$$-F_1 \cdot a + (F_1 - F_k) \cdot (a+b) = 0$$

$$-F_1 \cdot a + F_1 \cdot a + F_1 \cdot b - F_k \cdot a - F_k \cdot b = 0$$



$$F_1 = \frac{F_k \cdot a + F_k \cdot b}{b} \quad [\text{N}] \quad (4)$$

$$F_1 = \frac{100 \cdot 1,725 + 100 \cdot 0,75}{0,75} = 330 \text{ N}$$

$$F_1 = 330 \text{ N}$$

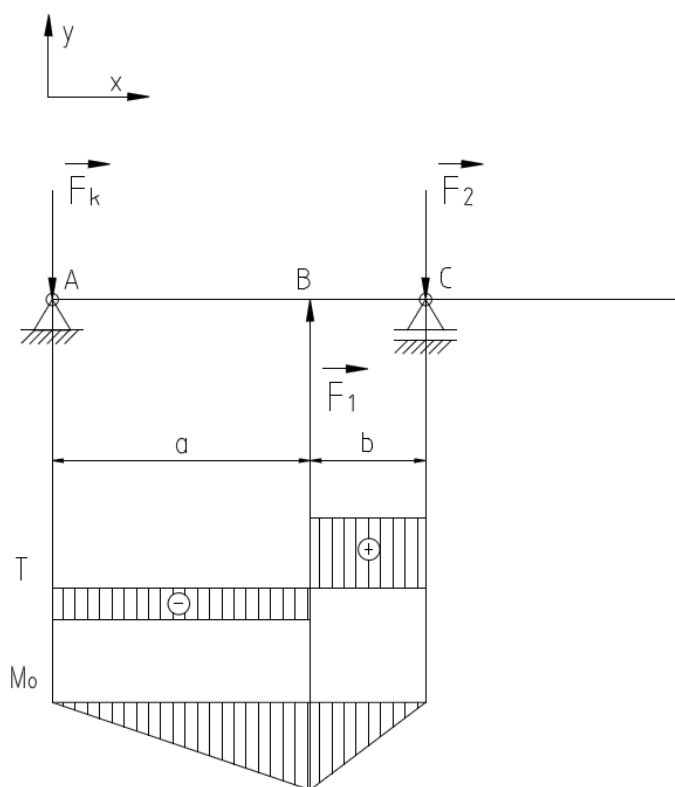
Potom dle rovnice (1)

$$F_2 = F_1 - F_k \quad [\text{N}] \quad (5)$$

$$F_2 = 330 - 100 = 230 \text{ N}$$

$$F_2 = 230 \text{ N}$$

Z výsledků je zřejmé, že největší namáhání je v reakci se silou  $F_1$ .



Obr. 31 Pohled z hora (grafické znázornění průběhů VVÚ)

#### 4.1.2 PEVNOSTNÍ VÝPOČET A GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ VVÚ POHLED NA SOUSTAVU Z BOKU

V bočním pohledu vidíme zatížení kritickou silou  $F_k$ , která je opřena o horní část radlice a reakce v uchycení radlice s Manitou.

Určení výsledných stykových sil bylo provedeno dle [7].



$$\Sigma F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad F_k - F_1 + F_2 = 0 \quad (6)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad (7)$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad \Rightarrow \quad F_1 \cdot c - F_2 \cdot (d + c) = 0 \quad (8)$$

Kde  $c = 0,45m$ ,  $d = 0,35m$  jsou vzdálenosti umístění sil

Potom dle rovnice (6) a (8)

$$F_1 \cdot c - (F_1 - F_k) \cdot (c + d) = 0$$

$$F_1 \cdot c - F_1 \cdot c - F_1 \cdot d + F_k \cdot c + F_k \cdot d = 0$$

$$F_1 = \frac{F_k \cdot c + F_k \cdot d}{d} \quad [\text{N}] \quad (9)$$

$$F_1 = \frac{100 \cdot 0,45 + 100 \cdot 0,35}{0,35} = 228,57 \text{ N}$$

$$F_1 = 228,57 \text{ N}$$

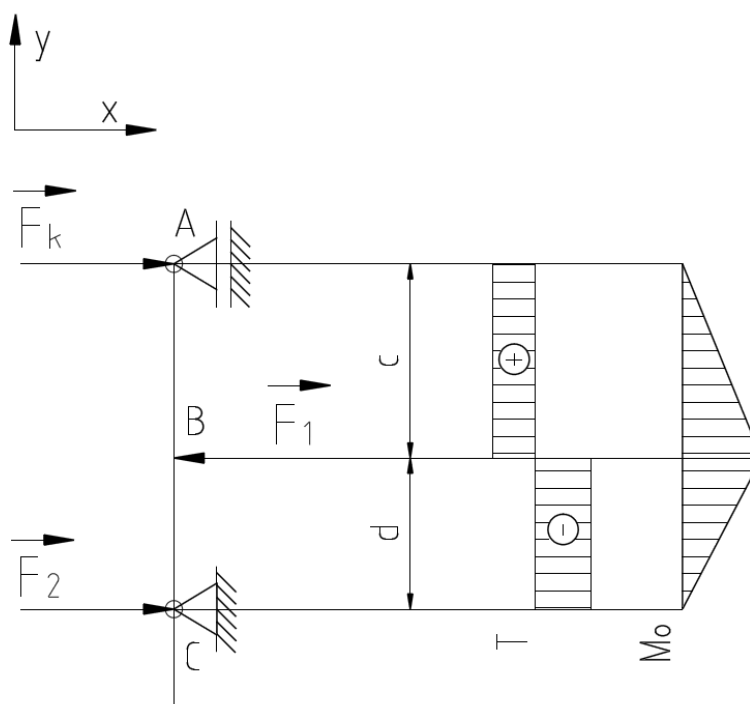
Potom dle rovnice (6)

$$F_2 = F_1 - F_k \quad [\text{N}] \quad (10)$$

$$F_2 = 228,57 - 100 = 128,57 \text{ N}$$

$$F_2 = 128,57 \text{ N}$$

Zde je největší namáhání v reakci se silou  $F_1$ .



Obr. 32 Boční pohled s kritickým zatížením nahoře (grafické znázornění průběhů VVÚ)



#### 4.1.3 PEVNOSTNÍ VÝPOČET A GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ VVÚ POHLED NA SOUSTAVU Z BOKU

V bočním pohledu vidíme zatížení kritickou silou  $F_k$ , která je opřena o spodní část radlice a reakce v uchycení radlice s Manitou. Jelikož je vzdálenost kritické síly k reakci sil v uchycení, je zřejmé, že zde budou síly menší a tedy nebudou ohrožovat rám radlice. A to z důvodu, že se s největší pravděpodobností radlice opře (v praxi) o spodek, proto je zde uveden výpočet reakcí pro zatížení kritické síly na spodní části radlice.

**Určení výsledných stykových sil** bylo provedeno dle [7]

$$\Sigma F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad F_2 - F_1 + F_k = 0 \quad (11)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad (12)$$

$$\Sigma M_o = 0 \quad \Rightarrow \quad -F_1 \cdot e + F_2 \cdot (e + d) = 0 \quad (13)$$

Kde  $e = 0,23m$  je vzdálenost rozložení sil

Potom dle rovnice (11) a (13)

$$-F_1 \cdot e + (F_1 - F_k) \cdot (e + d) = 0$$

$$-F_1 \cdot e + F_1 \cdot e + F_1 \cdot d - F_k \cdot e - F_k \cdot d = 0$$

$$F_1 = \frac{F_k \cdot e + F_k \cdot d}{d} \quad [N] \quad (14)$$

$$F_1 = \frac{100 \cdot 0,23 + 100 \cdot 0,35}{0,35} = 165,7N$$

$$F_1 = 165,7N$$

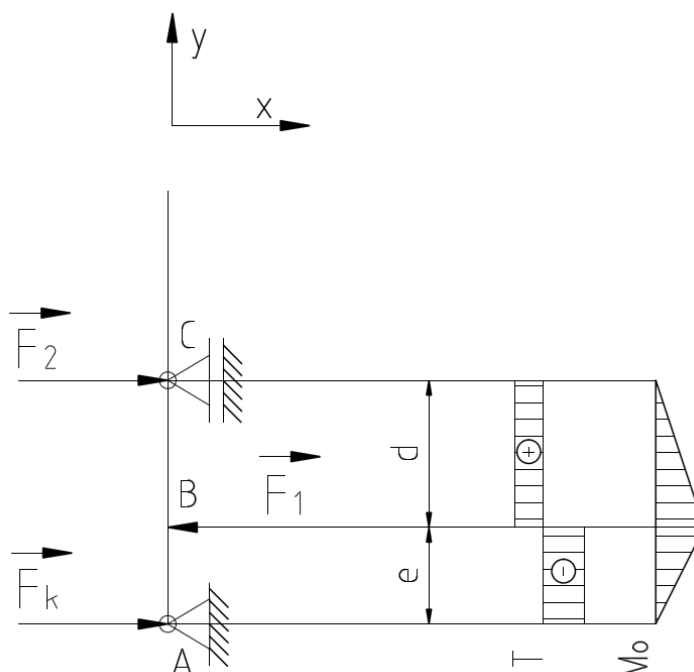
Potom dle rovnice (11)

$$F_2 = F_1 - F_k \quad [N] \quad (15)$$

$$F_2 = 165,7 - 100 = 65,7N$$

$$F_2 = 65,7N$$

Výsledky zatížení dokazují, že nejvíce bude rám stroje namáhán při zatížení silou v horní části radlice



Obr. 33 Boční pohled s kritickým zatížením dole (grafické znázornění průběhů VVÚ)

Největší namáhání je v bodě 2 a 3 (viz obr. 30) při zatížení silou v horní části radlice. Při zatížení spodní části radlice je největší namáhání v bodě 5 a 6. Když ani v jednom případě neuvažujeme rameno 1 a 4, a proto je volena tato koncepce rozložení podpor na radlici.

## 4.2 NÁVRH A VOLBA HYDROMOTORU

Dle vlastní úvahy volím standardní přímočarý hydromotor s přípoje 4 od firmy Hykom s průměrem pístu 50 mm a zdvihu 450 mm.

### 4.2.1 VÝPOČET ČINNÉ PLOCHY VÁLCE A VÝSLEDNÉ SÍLY

$$S_p = \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} \quad [\text{m}^2] \quad (16)$$

$$S_p = \frac{\pi \cdot 0,05^2}{4} = 1,964 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$S_p = 1,964 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Kde  $D_p = 50 \text{ mm}$  je průměr pístu;  $p = 27 \text{ MPa}$  je tlak v hydraulickém obvodu

Potom je síla hydromotoru  $F_z$

$$F_z = p \cdot S_p \quad [\text{N}] \quad (17)$$



$$F_z = 27 \cdot 10^6 \cdot 1,964 \cdot 10^{-3} = 53014,5N$$

$$F_z = 53014,5N$$

Z výsledků je zřejmé, že výsledná síla je dostačující. Proto volím tento hydromotor.

#### 4.2.2 VELIKOST ZPĚTNÉ SÍLY – ZPĚTNÝ ZDVIH

$$S_{pi} = \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} - \frac{\pi \cdot D_{pi}^2}{4} \quad [m^2] \quad (18)$$

$$S_{pi} = \frac{\pi \cdot 0,05^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0,025^2}{4} = 1,473 \cdot 10^{-3} m^2$$

$$S_{pi} = 1,473 \cdot 10^{-3} m^2$$

Kde  $D_p = 50$  mm je průměr pístu;  $D_{pi} = 25$  mm je průměr pístnice;

Potom je síla hydromotoru  $F_z$

$$F_{zz} = p \cdot S_{pi} \quad [N] \quad (19)$$

Kde  $p = 27$ MPa je tlak v hydraulickém obvodu

$$F_{zz} = 27 \cdot 10^6 \cdot 1,473 \cdot 10^{-3} = 22095N$$

$$F_{zz} = 22095N$$

Velikost při zasouvání pístnice je menší, protože je napouštěn menší objem kapaliny ve válci hydromotoru. Pro tento účel je ale tato síla dostačující.

#### 4.2.3 VÝPOČET ČASU PRACOVNÍHO A ZPĚTNÉHO ZDVIHU

$$t_p = \frac{V_p}{Q} \quad [s] \quad (20)$$

Kde  $Q = 101$  l/min je průtok v hydraulickém obvodu radlice při volnoběžných otáčkách motoru Manitou. [8];  $V_p$  je objem ve válci hydromotoru při vysunutí.

$$V_p = S_p \cdot z \quad [m^3] \quad (21)$$

$$V_p = 1,964 \cdot 10^{-3} \cdot 0,45 = 8,8 \cdot 10^{-4} m^3$$

$$V_p = 8,8 \cdot 10^{-4} m^3$$

Potom dle (20)

$$t_p = \frac{8,8 \cdot 10^{-4}}{170 \cdot 10^{-3}} = 0,0052 \text{ min} = 0,0052 \cdot 60 = 0,3s$$



$$t_p = 0,3s$$

Dále čas pro zasunutí pístnice

$$t_{pz} = \frac{V_{pz}}{Q} \quad [s] \quad (22)$$

Kde  $V_{pz}$  je objem ve válci hydromotoru při zasunutí

$$V_{pz} = S_{pi} \cdot z \quad [m^3] \quad (23)$$

$$V_{pz} = 0,001473 \cdot 0,45 = 6,63 \cdot 10^{-4} m^3$$

$$V_{pz} = 6,63 \cdot 10^{-4} m^3$$

Potom dle (22)

$$t_{pz} = \frac{6,63 \cdot 10^{-4}}{170 \cdot 10^{-3}} = 0,0039 \text{ min} = 0,0052 \cdot 60 = 0,234s$$

$$t_{pz} = 0,234s$$

Tento čas je za předpokladu maximálního výkonu hydrogenerátoru a za zanedbání veškerých ztrát v hydraulickém okruhu. Z tohoto důvodu lze tyto časy brát v úvahu jenom orientačně a pouze teoreticky. Ve skutečnosti se časy pohybu hydromotorů budou lišit. Bude záležet především na využití hydrogenerátoru jinými hydromotory, které by mohl manipulátor současně používat, to znamená při vzájemném užití více činností najednou, lze předpokládat snížení průtoku kapaliny.



## 5 HYDRAULICKÝ OBVOD RADLICE

Hydraulický obvod se skládá z několika částí, které svou konstrukcí přeměňují tlakovou energii na energii pohybovou (hydrogenerátor, hydromotor) a vhodným způsobem ji upravují a soustředí správným směrem.

Zdroj tlakové energie je regulační pístový hydrogenerátor, který dokáže vyvinout tlak více než 27 MPa a jeho průtok je od 101 l/min do 149 l/min. Tento průtok se mění podle otáček hydrogenerátoru. Čerpadlo je poháněno motorem Perkins o výkonu 90 kW a objemu 4,4 l. Čerpadlo čerpá kapalinu z nádrže o objemu 131 l. Je zde použit typ oleje Manitou Oil Hydraulic ISO 46 [8].

Jako přímočarý dvojčinný hydromotor byl zvolen hydromotor od firmy Hykom s průměrem pístu 50 mm a zdvihu 450 mm. Tento průměr činné plochy pístu je dostačující pro tento účel. Délka zdvihu pístnice je zvolena tak, aby se křídla radlice mohla z přímé polohy, když je radlice v maximálním záběru, zavřít do polohy manipulační. Tento úhel zavírání byl zvolen nikoli jako pravý, kvůli ochraně hydraulických komponent na radlici, aby bylo zabráněno kolizi se stěnou stáje při vyhrnování, ale jako ostrý úhel o velikosti 70°.

Tento hydromotor je ovládán rozvaděčem v hydraulickém okruhu manipulátoru, který usměrňuje kapalinu směrem, který požadujeme. Kvůli rovnoměrnému otvírání křídel radlice byl do hydraulického obvodu navíc umístěn dělič průtoku a to jak na vstupu, tak i na výstupu hydromotoru, který dokáže regulovat kapalinu tak, že při vyhrnování, zapříčiní, že se obě křídla radlice budou otvírat i zavírat stejnoměrně (tlaky na hydromotoru můžou být velmi rozdílné). Tento požadavek je důležitý pro stejnoměrné rozložení sil při vyhrnování.

Na prodloužení životnosti všech částí mechanismu, jsou do obvodu manitou zařazeny 2 filtry. Jeden slouží k čištění oleje při sání a druhý je umístěn na výstupu oleje zpět do nádrže. Takto umístěné olejové filtry zajišťují neustálé čištění hydraulického oleje [8].

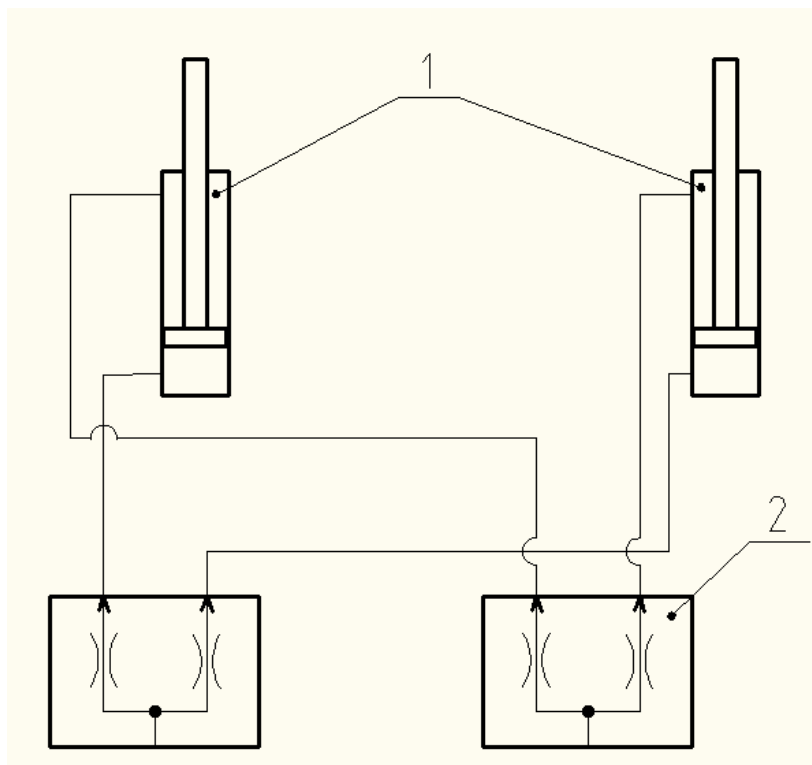
Jednotlivé prvky jsou spojené tlakovými hadicemi, které uzavírají celý hydraulický obvod. Jako vstup tlakové kapaliny do radlice je využito hydraulického okruhu Manitou, ke kterému se lze připojit na teleskopickém rameni manipulátoru. Zde je tlak 27 MPa, což je dostačující tlak pro funkci radlice.





## 5.1 SCHÉMA HYDRAULICKÉHO OBVODU

Schéma hydraulického obvodu se skládá ze dvou přímočarých dvojčinných hydromotorů, které jsou pod označením (1) a dvou děličů průtoku (2).



*Obr. 34 Schéma hydraulického obvodu*



## 6 UVEDENÍ MOŽNÝCH NEHOMOGENNÍCH MATERIÁLŮ

Za nehomogenní materiály lze považovat disperze, suspenze, emulze, pasty, pěny, aerosoly, mlhy, roztoky a partikulární materiály [9].

Partikulární materiál – je složen ze vzájemně dotýkajících se částic pevné fáze (tuhé až plastické tzv. hrubodisperzní fáze) a z tekuté fáze (kapalné, plynné až vakua, tzv. kontinuální fáze), vyplňující volné objemy včetně pórů a dutin [9].

Tato radlice je určena k vyhrnování především materiálů o objemové hmotnosti nepřesahující 1 t.m<sup>3</sup>. Tedy je určena k vyhrnování chlévské mrvy, která není nijak extrémně udusaná nebo nemá příliš velkou výšku. Radlice je určena pro vyhrnování chlévské mrvy a to v intervalech jednou nejlépe dvakrát denně pro zamezení vrstvení nebo udusání mrvy. Lze s touto radlicí vyhrnovat například sních, který má mnohem menší objemovou hmotnost a je možné jej tedy vyhrnovat i ve větších vrstvách. Radlice, ale není navržena pro vyhrnování sněhu na veřejných komunikacích, nelze s ní hrnout kvůli tomu, že stroj není schválen po technické stránce k tomuto účelu. Pro tento účel by se musela volit jiná konstrukce radlice a dalších prvků.

Dále je teoreticky možné radlicí vyhrnovat materiály o vyšší objemové hmotnosti, ale zde není zaručena bezpečnost celé konstrukce radlice. Mohlo by dojít k překročení únosnosti podpor radlice a celý rám by se mohl zborit. Další možné porušení soudržnosti rámu je nedostatečná výdrž v otěruvzdornosti břitu radlice a jejich částí jako by nastala při hrnutí písku nebo kamenné drti. Tyto materiály zde uvádím spíše z důvodu porovnání objemové hmotnosti.

Některé z uvedených materiálů by teoreticky mohli být homogenní, ale jenom za předpokladu specifických podmínek, které běžně nenastanou.

### 6.1 CHLÉVSKÁ MRVA

Chlévská mrva je směs pevných výkalů, steliva a vody, případně zbytků krmiva. O její produkci, organických látkách a živinách v ní obsažených rozhoduje druh zvířat a jejich stáří, krmení, způsob ustájení, množství a druh steliva a počet ustájených zvířat. Na produkci a jakost hnoje má zásadní vliv manipulace s chlévskou mrvou, především způsob ukládání chlévské mrvy na hnojiště a ošetřování v průběhu skladování. Jakost chlévské mrvy závisí na obsahu organických látek a živin [6].

Průměrná objemová hmotnost se u chlévské mrvy pohybuje okolo 0,7 t.m<sup>3</sup>, u hnoje okolo 0,85 t.m<sup>3</sup> a při výšce vrstvy 4 m má uložený hnůj kolem 1,2 t.m<sup>3</sup> [6].

### 6.2 SNÍH

Sních je specifická forma ledu, pevného skupenství vody. Je tvořen ledovými krystalky seskupenými do sněhových vloček. V přírodě vzniká přirozeně za vhodných klimatických podmínek v oblacích, odkud se snáší k zemi. Tento děj se nazývá sněžení. Sních nahromaděný ve větším množství na dostatečně prochlazeném zemském povrchu se nazývá sněhová pokrývka. Na rozdíl od dešťové vody z místa dopadu ihned neodtéká, představuje tak důležitý prvek v koloběhu vody v přírodě. Významná je také jeho tepelně izolační schopnost, která umožňuje mnoha rostlinným i živočišným druhům přežít mrazy. Hustota čerstvě napadaného sněhu značně závisí na vlhkosti, začíná na 30 kg·m<sup>-3</sup> a u mokrého se zvyšuje zhruba na 600 kg·m<sup>-3</sup>, při silných deštích může vzrůstat až k hustotě vody [10].



## 6.3 PÍSEK

Písek a drtě patří mezi sypké látky, charakterizované průměrem a tvarem zrna. Sypké materiály nemají bez použití pojiv absolutně žádnou soudržnost. Jejich odpor vůči účinkům zatížení je pak daný jen vnitřním třením. Tedy odporem vůči vzájemnému posunování jednotlivých zrn. Posunem těchto částic tedy dochází buďto k zhutnění nebo naopak kypření. Stejně vlastnosti má i běžná zemina [11].

Podle definice Wikipedie (a nikoli stavební literatury) je písek směsí drobných kamínků různého původu. Jeho hustota je závislá na vlhkosti v něm obsažené a pohybuje se přibližně od  $1500 \text{ kg/m}^3$  do  $1700 \text{ kg/m}^3$ . Podle velikosti zrn se písek dělí do frakcí. Hlavním přínosem písku je jeho použití ve stavebnictví, ale i při výrobě skla a ve slévárenství [11].

### 6.3.1 ČLENĚNÍ PÍSKŮ

Pro konkrétní technické použití členíme stavební písek podle velikosti zrna. Písky dělíme na písek praný a písek tříděný. Dále můžeme písky členit například na zásypové [11].

Podle původu rozlišujeme písek na kopaný, štěrkopísek a říční písek. Kopaný písek je velmi jemný. Vedle jemnosti se ještě vyznačuje tím, že po vyschnutí má i velkou tvrdost a soudržnost. Štěrkopísek je hrubší než písek kopaný, má dobrou soudržnost a pevnost po vyschnutí. Říční písek bývá ještě hrubší a obsahuje velké množství kamenů a balvanů. Těží se z koryt řek jako naplavenina [11].

## 6.4 DRŤ

Drtě členíme dle jejich zrnitosti. Drt' o zrnitosti 0 až 4 mm, 8 až 16 mm a 16 až 32 mm. Uvedené členění je základní, rozlišují se i jiná rozmezí zrnitosti drtí, například 11 až 22 mm, nebo štěrk 32 až 63 mm. Avšak například známe i takzvanou štěrkodrt' [11].

Štěrk je dle Wikipedie nepevný zrnitý materiál přírodního původu, který vznikl rozrušením, následným opracováním a transportem pevné horniny, s velikostí jednotlivých zrn od 2 mm do 256 mm. Jednotlivá zrna šterkové velikosti se nazývají oblázky. Nejbližší menší třída zrnitosti je právě písek. [11].

## 6.5 PŮDA

Půda tvoří nejsvrchnější vrstvu zemské kůry, je prostoupená vodou, vzduchem a organismy, vzniká vlivem vnějších faktorů a času a je produktem přeměn minerálních a organických látek. Je morfologicky organizovaná a poskytuje životní prostředí rostlinám, živočichům a člověku.

Každá půda obsahuje podíl vody, vzduchu a organické hmoty. Pokud jedna z těchto složek chybí, nejedná se o půdu. Jednotlivé půdní složky jsou vzájemně promíšeny a vytvářejí nehomogenní směs [12].

Objemová hmotnost suché půdy je  $1\,650 \text{ Kg} \cdot \text{m}^{-3}$  a půdy vlhké  $1\,750 \text{ Kg} \cdot \text{m}^{-3}$  [13].



## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo provést konstrukční návrh vyhrnovacího tlačného bloku pro nehomogenní materiály, především v zemědělství, určený pro vyhrnování chlévské mrvy z chodeb stájí. Hydraulicky ovládaný tlačný blok je uchycen na teleskopickém manipulátoru Manitou MLT 845 – 120LSU. Byla navržena agregace radlice na manipulátor Manitou s řešením uchycení přímočarých hydromotorů a otvírání křídel radlice vpřed, kvůli lepší práci při vyhrnování a další manipulaci s chlévskou mrvou, jak přímo v chodbě stáje, tak při manipulaci na hnojišti. Podle uvažovaného zatížení radlice bylo určeno její kritické místo, které bude nejvíce namáháno a podle výsledků byla radlice navržena. Zatížení kritickou silou bylo umístěno na radlici dole v nejvzdálenějším místě od uchycení a poté nahoře. Největší silová reakce v uchycení vycházela v místě uchycení radlice s Manitou, proto je rám navržen tak, aby nejtěžší konstrukce byla právě v agregaci s manipulátorem. Návrh hydraulického obvodu spočíval v sestavení schéma a stanovení požadavků na komponenty hydraulického obvodu radlice.

Z důvodu zvýšení bezpečnosti celé konstrukce by bylo možné do hydraulického obvodu radlice zařadit sekundární pojistný ventil nebo jiný prvek pro redukcí tlaku v hydraulickém obvodu přípojně radlice, který by snížil pracovní tlak. Tedy při náhodné kolizi radlice s překážkou by byl průběh střetu méně zdrcující. Další možný bezpečnostní prvek radlice by byl vypínač pojezdu manipulátoru při nárazu. Tedy při střetu s překážkou by stroj zastavil. Tyto bezpečnostní prvky a další jiné možné řešení by se dali použít, kdyby s nastávajícím návrhem radlice v průběhu testování nastaly problémy.

Volba hydraulických komponentů byla volena na základě požadavků a tlaku dodávaného do hydraulického okruhu radlice. Jelikož je tlak, dodávaný do hydraulického obvodu přípojněho příslušenství Manitou, vysoký bylo nutné volit takové komponenty, které tento tlak vydrží.

Dále je v práci vypracována technická zpráva o podobných strojních zařízeních. Tato zpráva obsahuje sněhové pluhy, radlice a další příslušenství k Manitou. Jedním ze zajímavých strojů je rolba pro úpravu sněhu na sjezdových tratích, která disponuje radlicí na rozhrnování sněhu, která je ve své podstatě konstrukčně podobná, jako návrh vytvořený v této práci. Rozdíl je v tom, že je upravená pro jiné pracovní podmínky a je vybavena mnohonásobně větším rozsahem pohybu.

Dále jsou zde uvedeny další způsoby odklizení chlévské mrvy a výkalů ze stájí. Poté práce uvádí možné materiály, které by bylo možné tímto zařízením vyhrnovat nebo s nimi jakkoliv manipulovat. V podstatě je možné radlicí vyhrnovat jakýkoliv materiál, od kterého by radlice nebyla namáhána na otěruvzdornost, protože není navržena pro materiály, které by se po radlici odvalovali nebo jiným způsobem by radlici poškozovali. V příloze je vypracován výkres sestavení a výkres svarku střední části radlice spolu se seznamem položek výkresů.



## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] AGROTIP - ING. BLAŽEK. *Návod k používání radlice na siláž: Agrotipa SilaShield*. Roudnice nad Labem, 2010.
- [2] Radlice na sníh. AGROMETALL, s.r.o. *Zemědělská technika, komunální technika, agrobazar - Agrometall, Nový Dvůr [online]*. © 2003 - 2010 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://www.agrometall.cz/Vyroba-komunalni-techniky/Radlice-na-sneh>
- [3] MTM TECH S.R.O. *MTM Tech [online]*. © 2012 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://www.mtmtech.cz/>.
- [4] MOREAU AGRI, spol. s.r.o. *MOREAU AGRI, spol. s.r.o. [online]*. 2008, 27.04.2012 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://www.moreauagri.cz/>.
- [5] HOLBOJ, Martin. *Analýza využití manipulačních zařízení při odstraňování následků povodní způsobených přívalovými dešti*. České Budějovice, 2011. Dostupné z: <http://theses.cz/id/t9dbpg/>. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita. Vedoucí práce Ing. Ivo Celjak, CSc.
- [6] MÍČEK, Michal. *Porovnání energetické, pracovní a materiálové náročnosti různých způsobů odkluzu a skladování výkalu skotu*. České Budějovice, 2007. Dostupné z: [http://theses.cz/id/njnl6m/downloadPraceContent\\_adipIdno\\_2755](http://theses.cz/id/njnl6m/downloadPraceContent_adipIdno_2755). Diplomová práce. Jihočeská univerzita. Vedoucí práce doc. Ing. Alois Peterka, CSc.
- [7] JANÍČEK. *Mechanika těles: úlohy z pružnosti a pevnosti*. 4. přeprac. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 170 s. ISBN 80-214-2655-1.
- [8] MOREAU AGRI VYSOČINA, spol. s.r.o. *Servisní manuály Manitou: MLT 845 - 120 LSU Série 3-E2*. 2006.
- [9] VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. *Obecný přístup k návrhu pohonů dopravních a manipulačních zařízení*. Brno, 2011.
- [10] Sníh. In: *Wikipedia: the free encyclopedia [online]*. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 28. 3. 2012 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Sníh>.
- [11] Písek, štěrk a kačírek - poznáte rozdíl?. ČESKÝ INTERNET, s.r.o. *České Stavby [online]*. © 2001 - 2012 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://www.ceskestavby.cz/clanky/stavebniny-pisek-drt-sterk-kacirek-5461.html>.
- [12] Půda. In: *Wikipedia: the free encyclopedia [online]*. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 11.5.2012 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Půda\\_\(pedologie\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Půda_(pedologie)).
- [13] LEINVEBER, Jan. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 2. dopl. vyd. Úvaly: ALBRA, 2005, 907 s. ISBN 80-736-1011-6.
- [14] SVOBODA, Pavel. *Základy konstruování*. Vyd. 2., dopl. a přeprac. Brno: CERM, 2008, 234 s. ISBN 978-80-7204-584-6.



- [15] Doc. Ing. Škopán, Miroslav CSc. ÚSTAV DOPRAVNÍ TECHNIKY. *Hydraulické pohony strojů*, 1. vydání, studijní text - sylabus Brno, listopad 2004.
- [16] KÄSSBOHRER GELÄNDEFahrZEUG AG. *PistenBully*. Laupheim (Germany), 2010. Dostupné z: <http://www.pistenbully.com>.
- [17] FOŘT, Petr a Jaroslav KLETEČKA. *Autodesk inventor: funkční navrhování v průmyslové praxi*. 2., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2007, 318 s. ISBN 978-80-251-1773-6.



**SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ**

a	[m]	vzdálenost umístění sil
b	[m]	vzdálenost umístění sil
c	[m]	vzdálenost umístění sil
d	[m]	vzdálenost umístění sil
$D_p$	[mm]	průměr válce hydromotoru
$D_{pi}$	[mm]	průměr pístnice hydromotoru
e	[m]	vzdálenost umístění sil
$F_1$	[N]	síla v podpoře
$F_2$	[N]	síla v podpoře
$F_k$	[N]	kritická síla
$F_x$	[N]	síla v ose x
$F_y$	[N]	síla v ose y
$F_z$	[N]	síla hydromotoru
$F_{zz}$	[N]	zpětná síla hydromotoru
$M_A$	$[N \cdot m^{-1}]$	ohybový moment k bodu A
$M_o$	$[N \cdot m^{-1}]$	ohybový moment
p	[Pa]	tlak
Q	$[l/min^{-1}]$	průtok
$S_p$	$[m^2]$	plocha pístu hydromotoru
$S_{pi}$	$[m^2]$	plocha pístnice hydromotoru
$t_p$	[s]	čas vysunutí hydromotoru
$t_{pz}$	[s]	čas zasunutí hydromotoru
$V_p$	$[m^3]$	objem ve válci hydromotoru při zasunutí
$V_{pz}$	$[m^3]$	objem ve válci hydromotoru při vysunutí
z	[mm]	zdvih hydromotoru



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Radlice na siláž.....	11
Obr. 2 Správný způsob agregace stroje Agrotipa SilaShield 5.0 s traktorem .....	11
Obr. 3 Šípová radlice pro traktory SRT-1 .....	12
Obr. 4 Šípová radlice pro malotraktory SRM .....	13
Obr. 5 Odpružená radlice pro traktory ORT.....	14
Obr. 6 Sněhový pluh SPC.....	15
Obr. 7 Malý univerzální sněhový pluh s proměnnou geometrií nastavení křídel se segmentově děleným břitem.....	16
Obr. 8 Sněhový pluh SPTR E.....	16
Obr. 9 Klasický rovný sněhový pluh se segmentově děleným břitem s robustními klapkami ..	17
Obr. 10 Sněhový pluh tvaru „křídlo“ s ostrým úhlem plužení pro odhazování sněhu přes sněhové bariéry .....	18
Obr. 11 Rovný sněhový pluh s teleskopicky plynule roztahovanou levou i pravou částí zároveň	18
Obr. 12 Univerzální šípové pluhy s proměnnou geometrií nastavení křídel .....	19
Obr. 13 Univerzální lopata na sypké hmoty .....	20
Obr. 14 Objemová lopata CBA .....	21
Obr. 15 Vidle s příklopem .....	21
Obr. 16 Dozer .....	22
Obr. 17 Kolový grejdr .....	23
Obr. 19 Rolba PistenBully.....	24
Obr. 18 Radlice sněžné rolby – rozmezí pohybu.....	24
Obr. 20 Možnosti provedení mechanických lopat.....	25
Obr. 21 Přeronové kanály .....	26
Obr. 22 Příklad mobilního stroje pro vyhrnování chlévské mrvy .....	27
Obr. 23 Agregace na teleskopický manipulátor Manitou 845.....	28
Obr. 24 Pohled na radlici z jiného uhlu pohledu .....	29
Obr. 25 Agregace tlačného bloku návrh ve 3D studiu Autodesk Inventor.....	29
Obr. 26 Řešení otáčení křídla .....	30
Obr. 27 Hrnutí chlévské mrvy .....	31



Obr. 28 Hrnutí chlěvské mrvy z chodby stáje .....	31
Obr. 29 Manipulace s chlěvskou mrvou na hnojišti .....	32
Obr. 30 Prutová soustava v 3D promítání .....	33
Obr. 31 Pohled z hora (grafické znázornění průběhů VVÚ).....	34
Obr. 32 Boční pohled s kritickým zatížením nahoře (grafické znázornění průběhů VVÚ).....	35
Obr. 33 Boční pohled s kritickým zatížením dole (grafické znázornění průběhů VVÚ).....	37
Obr. 34 Schéma hydraulického obvodu .....	41



## SEZNAM PŘÍLOH

- P1 Výkres sestavy
- P2 Seznam položek
- P3 Výkres svarku středové radlice
- P4 Seznam položek